

鉄道駅プラットフォームの風速・気温分布の 形成要因に関する数値解析

飯野 秋成*, 富永 禎秀*, 塚本 健二****

(平成17年10月31日受理)

Factor on distribution of wind velocity and air temperature on platforms at railway station using CFD analysis

Akinaru IINO*, Yoshihide TOMINAGA* and Kenji TSUKAMOTO**

We analyzed the distribution of wind velocity and air temperature on Shinkansen platforms at Station 'A' using Computational Fluid Dynamics (CFD). We focused on existence of the trains, heat generated by trains and station buildings in the factors of air temperature rise on platforms. Air temperature on platform VII was varied within 0.5 degrees depending on the presence or absence of trains. When the heat generated by trains was considered, air temperature on Shinkansen platforms was 1 degree higher than that when trains generated no heat. And when the station building was located on the windward side of the platforms, air temperature on Platform X was 3 to 7 degrees higher than that when the station building was disappeared.

Keywords: platforms, railway station, heat generated by trains, station buildings, train

1. はじめに

鉄道駅プラットフォームにおいては、安全かつスムーズな旅客流動が絶対的な設計条件であるが、加えて快適性の向上も求められている。地上型のプラットフォームは半開放空間が多いため、空調による温熱環境のコントロールは困難である。そのため、プラットフォームの温熱環境形成のメカニズムを明らかにした上で、温熱環境の改善のために建築的な視点から対策をとることが必要であると考えられる。

筆者らは、駅周辺の比較的高層の建築物、列車の存在がプラットフォーム内の気温上昇に寄与していることを指摘している^{1),2)}。しかし、プラットフォームの気温上昇のメカニズムや気温上昇の主要因までは明らかになっていない。本研究は、鉄道駅プラットフォームの気温上昇の要因と考えられる列車の存在、列車からの排熱、鉄道駅周囲の駅ビルがプラットフォームの風速・気温分布に与える影響を数値解析により検証する。

2. 解析概要

2-1 本研究の基本的な考え方

プラットフォームの気温上昇の要因として、列車の存在によってプラットフォーム内の気流が弱くなること、列車からの排熱、売店等の空調室外機からの排熱、多数の乗降客からの熱放散、周囲を駅舎を含む高層の建物によって囲まれることにより気流が

* 建築学科 教授

** 建築学科 技師

弱くなりやすいこと、日射の差し込みによって床表面温度は高くなり、近傍の気温が上昇すること、が考えられる。

本研究では、これらの要因の中で、列車の存在と列車からの排熱に着目する。列車停車時は、列車からの排熱がプラットフォーム内に流れ込むことの気温上昇への寄与は大きいと考えられるが、列車の存在によって熱拡散が妨げられることによる気温上昇への寄与についても明らかにする必要がある。

また、駅ビルによる影響にも着目する。筆者らは、駅周辺建物近傍のプラットフォームでは気温が高温化しやすいことを明らかにしている¹⁾。首都圏のターミナル駅ではプラットフォームの両側に高層の駅ビルがある場合が多い。駅ビルの存在によって風の流れが変わり、プラットフォームの気温分布に影響を与える可能性がある。駅ビルの有無を解析することにより、風速・風向の変化や気温分布の変化が把握できると考える。

2-2 解析対象駅プラットフォームと解析範囲の選定

大規模ターミナル駅であるA駅を選定した。A駅は、プラットフォームの本数が多いものの、列車の停車時間が長く気温が高温化しやすい新幹線プラットフォームがあり、列車の存在による影響と列車からの排熱の影響を把握しやすい。また、夏季晴天日は海陸風の影響で風向が東になることが多いが、風上側に高さ50mの建物があり、その裏側のプラットフォーム上の風速が小さく熱を滞留しやすい状況になっていることが指摘されている¹⁾。A駅東側に存在する建物Dの有無によるプラットフォームの風速・気温分布を解析することで、気温上昇の寄与を解析することができる。

A駅の平面図をFig.1、A駅の断面図をFig.2に示す。A駅は、東側に13階建て建物D、西側に3階建て建物Sにはさまれた南北方向約400m、東西方向約190mの空間に、南北方向に伸びる10のプラットフォームが存在する。また、断面図に示すように各プラットフォームにレベル差が存在する。解析はA駅を中心とする約623m(東西方向)×616m(南北方向)×300m(高さ方向)を解析対象とした。

解析ケースをTable 1に示す。Case 1とCase 2で列車の存在による影響、Case 3とCase 4で列車からの排熱による影響、Case 4とCase 5で駅ビルが風速・気温分布に与える影響を新幹線プラットフォームを中心に検証した。乱流モデルは標準k-モデルを使用した。

2-3 境界条件

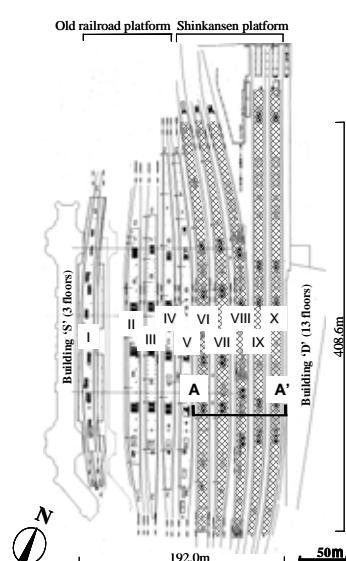


Fig.1 Plan of station 'A'.

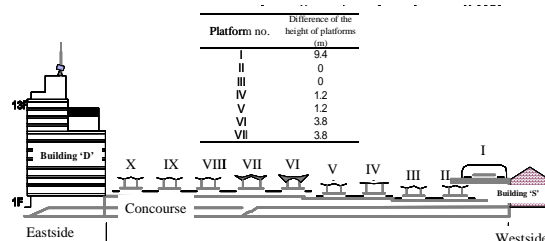


Fig.2 Section of station 'A'.

Case 1, Case 2 はプラットフォームの軌道に沿って北から南に風が吹いており、列車の存在による気温上昇の影響を考察している2002年8月20日の測定データ、Case 3~Case 5は、一般的な移動性高気圧下の海陸風による風速・風向で、列車からの排熱と建物Dがプラットフォームの気温分布に与える影響を考察している2000年8月22日の測定データを用いて流入条件 (Table 2) と各部位の表面温度を設定した。

列車は、Case 1, Case 2ではプラットフォーム、Case 3~Case 5は、各プラットフォームに配置し、列車からの排熱は、列車の空調機から排熱が出ていると仮定して、列車の停車時間をもとに排熱量を算出した。

3. 解析結果

3-1 列車の形状の再現による影響

Case 1 と Case 2 を比較することで列車の形状の再現によるプラットフォームの風速・気温分布への影響を考察する。Fig.3でプラットフォームの風速分布を見ると、プラットフォームの方が風速がやや大きいものの、0.5m/s以下でCase 1とCase 2の差はほとんどない。

Fig.4でプラットフォームのA-A'断面の気温の鉛直分布をみた。プラットフォームではCase 1とCase 2を比較すると、Case 1で気温が高い。プラットフォームではCase 2のほうが約0.5℃高くなっている。プラットフォーム、全体の列車の有無によるプラットフォームの気温分布をFig.5で求めた。プラットフォーム、ともに列車の表面温度を外気温より低く設定したため、Case 1の方がCase 2よりも気温が高くなっている。プラットフォーム、ともにプラットフォーム南端と北端はプラットフォーム中央より気温が2~3℃高くなっている。Case 1とCase 2の各プラットフォームの気温の差をFig.6で見ると、気温差の大きいところで1.5Kとなっており、平均で約

Table 1 All test case.

Case	date	train	Heat generated by train	Station buildings
Case1	August 20,2002	×	×	×
Case2		×		
Case3		×		
Case4	August 22,2000	×		
Case5		×		

×:presence ×:absence

Table 2 Computational conditions.

	Case 1, Case 2	Case 3 ~ Case 5
Wind direction	northwest	east
Wind velocity	4.7m/s	2.2m/s
Air temperature	34.8	31.5
Temperature of building surface	35.0	33.0
Temperature of ground surface	35.0	33.0

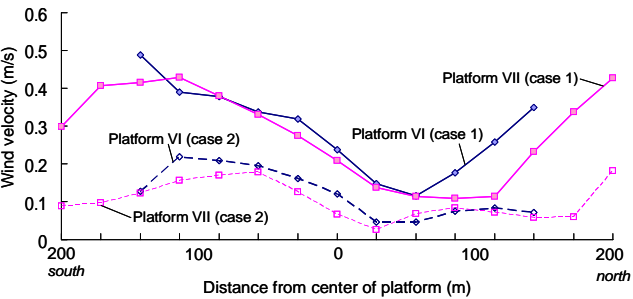


Fig.3 Distribution of wind velocity.

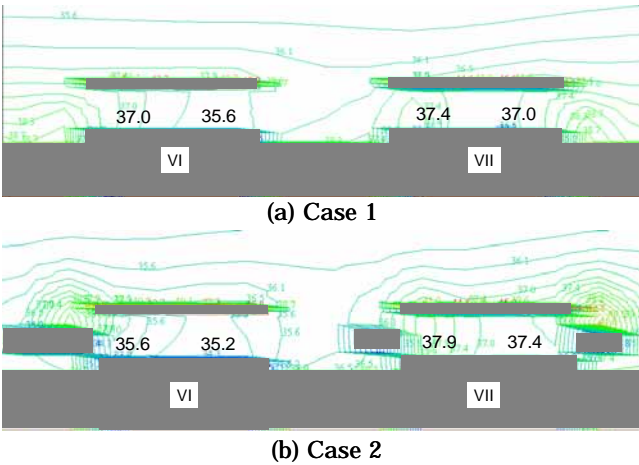


Fig.4 Vertical distribution of air temperature (A-A' section).

1K 前後程度で収まっている。

3-2 列車からの排熱の有無による比較

Case 3とCase 4を比較することで列車からの排熱によるプラットフォームの風速・気温分布への影響を考察する。Fig.7にプラットフォームの気温の水平分布をみた。プラットフォーム ～ はCase 3で36~40℃, Case 4は37~41℃と列車からの排熱を与えたことによりCase 4の方が気温が高くなっている。また,プラットフォーム ～ では,Case 3とCase 4の気温はほぼ同じで,列車からの排熱の影響は見られていない。なお,風速分布も考察したが,Case 3とCase 4で差はほとんど見られなかった。Fig.8にCase 3, Case

4のプラットフォーム ～ の気温分布を比較した。プラットフォーム中央から南側100mまでの間はプラットフォーム東側に建物Dがあるためにプラットフォーム ～ では建物Dがない部分より気温が高くなり,列車からの排熱によって約41℃まで上昇する。Fig.9にCase 3とCase 4の各プラットフォームの気温の差を求めた。気温差が最も小さいプラットフォーム ～ で最大0.2K,その他のプラットフォームは最大1Kの差になった。また,プラットフォーム南側30mからプラットフォーム南側120m付近が気温差が最も大きくなるプラットフォームが多い。

3-3 駅ビルの有無による比較

Case 4とCase 5を比較することで

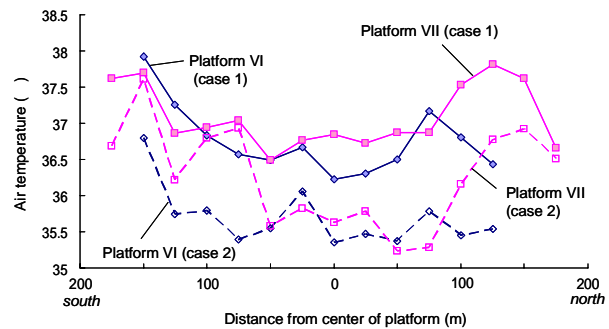


Fig.5 Air temperature distribution of Shinkansen platform.

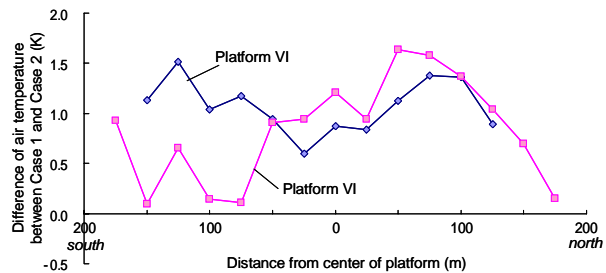


Fig.6 Difference of air temperature of each platform between Case 1 and Case 2.

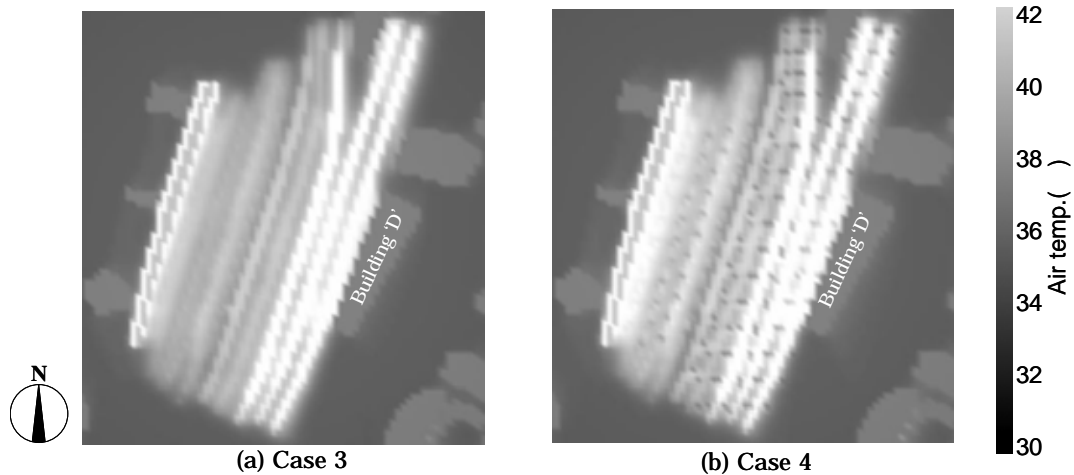


Fig.7 Horizontal distribution of air temperature.

鉄道駅周辺の駅ビルがプラットフォームの風速・気温分布に与える影響を考察する。Fig.10にプラットフォームの流線の水平分布、Fig.11にプラットフォームの流線の鉛直分布をみた。建物Dによって剥離と循環流が起こりプラットフォーム内に風が流れ込んでいる。プラットフォームでは循環流の影響でプラットフォーム内の風の流れが変わり、風向が逆になっている。Fig.12に新幹線プラットフォームの気温の水平分布を示す。プラットフォームでは、Case 4で37~41だが、Case 5は建物Dがなくなることによって気温が34~36と低くなっている。Fig.13でプラットフォームの気温分布を求めた。建物Dがなくなると、プラットフォームは建物Dが存在するときよりも気温が低くなっているが、プラットフォームでは逆に建物Dがなくなると気温が高くなっている。また、Fig.14でCase 4とCase 5のプラットフォーム上の気温の差を見ると、建物Dがなくなると、プラットフォームでは建物Dが存在するときよりも気温が3~7K低く

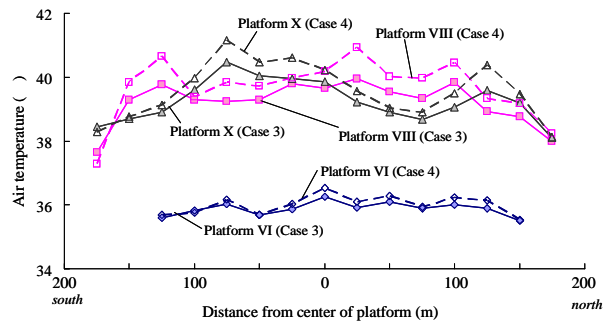


Fig.8 Air temperature distribution of Shinkansen platform.

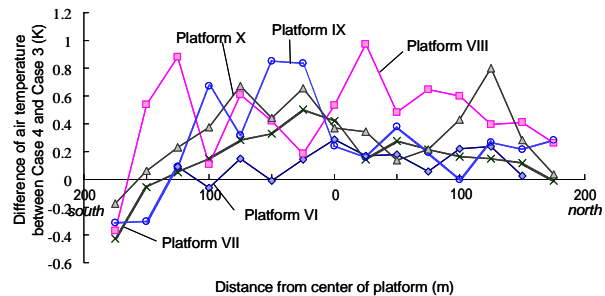


Fig.9 Difference of air temperature of each platform between Case 4 and Case 3.

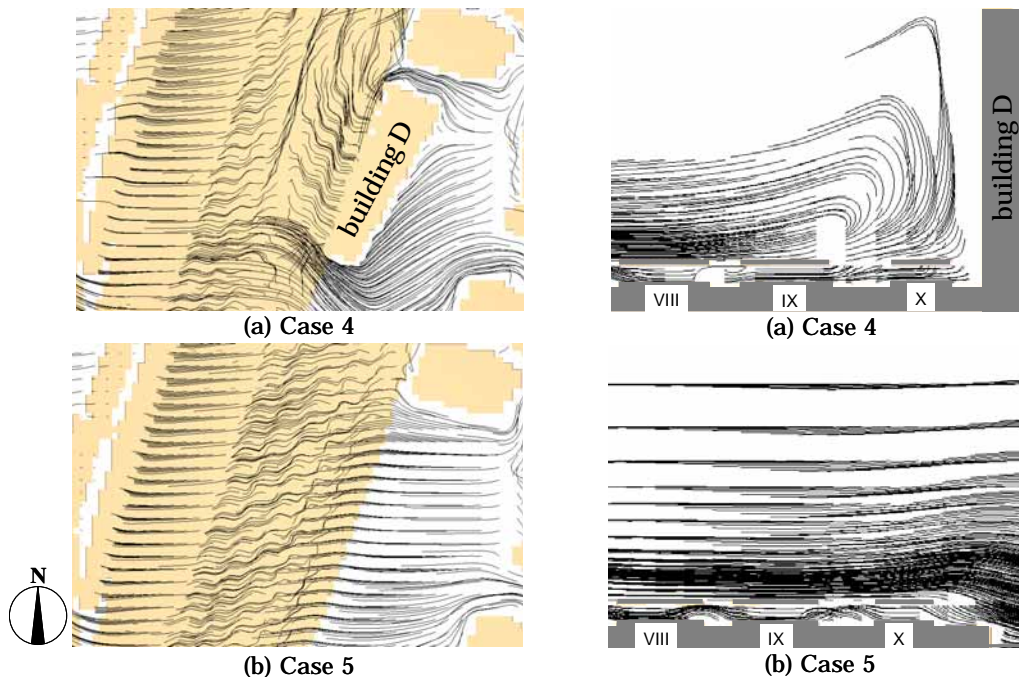


Fig.10 Horizontal distribution of streamline. Fig.11 Vertical distribution of streamline.

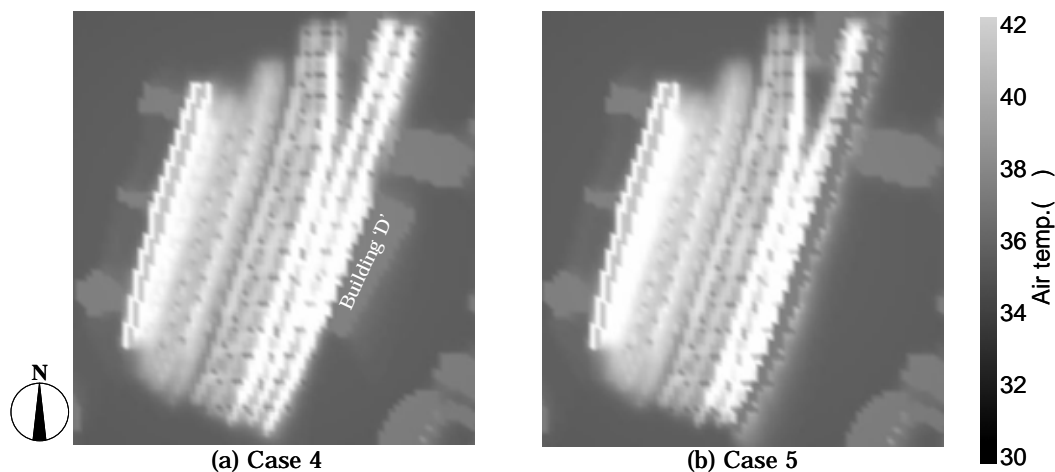


Fig.12 Horizontal distribution of air temperature.

なる．しかし，建物Dがなくなるとプラットフォーム 中央では気温が高くなり，最大で1K上昇する．

4. まとめ

A駅を対象に数値解析によるプラットフォームの風速・気温分布の形成要因に関する考察を行った．その結果，列車の存在と列車からの排熱によるプラットフォームの風速への影響は少なく，プラットフォームの気温の差は1K程度になった．また，風上側に高さ50mの駅ビルが存在する場合，駅ビル裏側のプラットフォーム 中央では，駅ビルがないときよりも気温が3~7 高くなる．しかし，プラットフォーム 中央では，駅ビルがなくなると気温が最大1 高くなる．

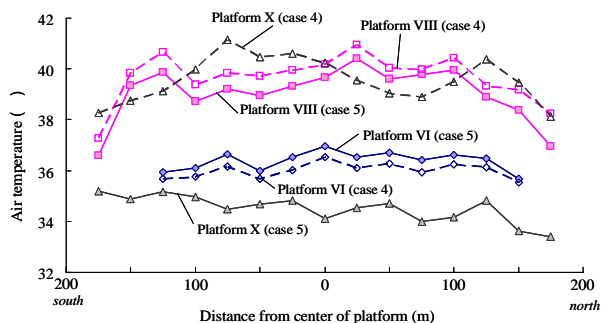


Fig.13 Air temperature distribution of Shinkansen platform.

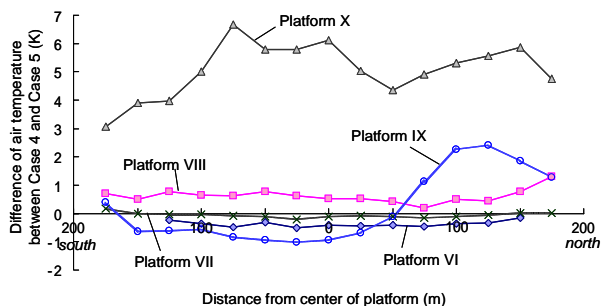


Fig.14 Difference of air temperature of each platform between Case 4 and Case 5.

謝辞

本研究は，平成16年度新潟工科大学大学院研究科特別経費の補助を受けて実施したものである．本報をまとめるにあたっては，柳澤信夫氏(当時新潟工科大学卒論生)から多大な協力を得た．また，東日本旅客鉄道株式会社 古賀和博氏から貴重な文献及び資料を提供していただいた．ここに記して感謝の意を表す．

引用文献

- 1) 飯野秋成，古賀和博：大規模鉄道駅ホームにおける夏季熱環境の実測調査，日本建築学会技術報告集，第15号，pp.189-194, 2002年6月
- 2) 飯野秋成，古賀和博，塚本健二，伊藤悟：開放型プラットフォームにおける気温分布の形成要因に関する考察，日本建築学会環境系論文集，第587号，pp.37-44, 2005年1月